

## 一种快速处理实时媒体流数据包的方法及其系统

### 技术领域

本发明涉及一种 IP 网络数据通讯处理技术与设备，更确切地说是涉及基于 UDP 的 RTP/RTCP 协议传输实时媒体流数据包的一种快速处理方法及系统，应用于媒体网关、IAD (Integrate Access Device 综合接入设备)、IP 多媒体终端等设备中基于 RTP/RTCP 传输的实时媒体流数据包的快速接收和快速发送处理。

### 背景技术

随着互联网的普及和多媒体技术在互联网上的应用，目前迫切要求能有解决实时传送视频、音频等实时媒体流的技术，目前一般使用 RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol / Real-time Transport Control Protocol 实时传输协议/实时传输控制协议) 协议来传输视频、音频等实时媒体流数据。

该实时传输协议 RTP 提供时间信息和实现流同步；RTP 本身并不能为按顺序传送数据包提供可靠的传送机制，也不提供流量控制或拥塞控制，它依靠实时传输控制协议 RTCP 提供这些服务；该实时传输控制协议 RTCP 和实时传输协议 RTP 一起提供流量控制和拥塞控制服务；在 RTP 会话期间，各参与者周期性地传送 RTCP 包；该 RTCP 包中含有已发送的数据包的数量、丢失的数据包数量等统计资料，因此，可以利用这些信息动态地改变传输速率，甚至改变有效载荷类型。RTP 和 RTCP 进行配合使用，能以有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化，因而特别适合传送网上的实时数据。通常 RTP 算法并不作为一个独立的网络层来实现，而是作为应用程序代码的一部分。网络传输协议 RTP 通常使用 UDP (User Datagram Protocol 用户数据报协议) 来传送数据；当应用程序开始一个 RTP 会话时将使用两个本地端口：一个给 RTP，一个给 RTCP。

如图 1 所示的，为 RTP/RTCP 数据包的传统发送流程。所述 RTP/RTCP 应用层程序要发送实时媒体流数据包时，将调用 SOCKET API 函数的 SendTo 发送数据，在 SOCKET 层内部经过 sendit、sosend 等函数进行以下操作：sendit 函数准备 sosend 系统调用所需的数据结构 msghdr，初始化 uio 结构，创建

MBUF, 并将进程指定的输出缓存中的数据收集到内核缓存中, 然后将控制和地址信息从进程空间复制到内核, 最后将插口、目的地址、uio 结构、控制信息和标志等全部传给函数 sosend; 所述 sosend 的功能是检查差错条件和等待发送缓存中的闲置空间, 当检查差错情况时, 为防止缓存发生改变, 协议处理先被挂起, 将进程来的数据复制到内核, 通过调用 udp\_output 并将数据传递给与插口相关的 UDP 协议层。UDP 层用来分析控制信息、数据的内容及合法性, 临时连接一个未连接上的插口, 填充 udphdr 结构的字段, 为检验和计算准备伪首部, 计算检验和, 填充 UDP 长度、TTL 和 TOS 等, 最后调用 ip\_output 发送数据包到 IP 层。在 IP 层完成以下操作: 初始化 IP 首部, 确定一条到目的地的路由并获取下一跳的 MAC 地址, 保证所述 IP 首部有一个有效源地址, 复制数据和计算检验和, 然后把分组提交给与路由相关的接口 if\_output 函数, 完成以太网头部数据的填充, 最后调用网口驱动层的发送函数。所述网口驱动发送函数拷贝 MBUF 中的以太网包数据并驱动网络接口硬件把数据传输到物理层。

如图 2 所示的, 为 RTP/RTCP 数据包的传统接收流程。一个基于 UDP 的 RTP/RTCP 实时媒体流数据包被网口接收函数 (即网口驱动以太网帧接收函数) 接收后, 通过 TCP/IP 协议栈注册的回调函数 ether\_input 把数据上传给 TCP/IP 协议栈, 经过协议栈 IP 层的处理, 分发给 UDP 层处理, UDP 层的 udp\_input 函数再按照 UDP 数据包中的目的端口号依次找到对应的接收 SOCKET, 并把数据放到对应的接收缓冲区中, 如此分层拆包处理。RTP/RTCP 协议层应用程序任务会每隔一定的时间间隔, 调用 recvfrom 函数从 SOCKET 的接收缓冲区中读出数据放到应用程序的任务缓冲区中处理。

经过实验和分析发现, 在媒体网关、IAD、IP 多媒体终端等设备中使用这种发送 RTP/RTCP 数据包的方法存在一些不必要的处理, 导致了处理效率很低, 具体表现在以下 3 个方面:

1、实时媒体流数据通过 RTP/RTCP 数据包承载在 UDP 上, 根据 RTP/RTCP 数据包的特性, RTP/RTCP 协议层应用程序已经确定了数据包中的源 IP、源 PORT、目的 IP、目的 PORT 等内容, 而标准 TCP/IP 协议栈、SOCKET 层存在很多协议、地址分析判断处理, 这些处理和判断的结果对于 RTP/RTCP 数据包的发送来说是已知的和多余的, 完全不需要。

2、标准 TCP/IP 协议栈在不同的层来填充数据包中的相关字段，分层来处理不同的协议层数据，因而层数多，层数多则必然需要更多的动态内存的申请操作，这样会进行大量的数据结构的转换、数据的拷贝以及数据判断等非常耗时、占 CPU 资源的操作。根据在一个会话中实时媒体流 RTP/RTCP 数据包的特征，实时媒体流数据包从上层应用程序到网络驱动发送可以由一个新的处理函数实现，跨越 SOCKET 层及标准协议栈。

3、通过所述标准 TCP/IP 协议栈发送数据时，每个数据包都要进行路由、ARP 的查找，协议栈的这些操作是非常费时的。根据在一个会话中实时媒体流 RTP/RTCP 数据包的特征，软件可以采用基于端口的 ARP 策略来大大降低这种非常费时的路由、ARP 查找操作。

在媒体网关、IAD、IP 多媒体终端等设备中使用这种接收 RTP/RTCP 数据包的方法也存在一些不必要的处理，导致了处理效率很低，具体表现在以下 2 个方面：

1、这种分层拆包处理存在很多冗余、费时的处理，如多次协议类型、地址信息、数据合法性的判断，多次数据结构的转换，多次数据拷贝等等，这些操作对于已知端口范围的 UDP 数据接收来说是不必要的。

2、RTP/RTCP 协议层应用程序任务采用 SOCKET 编程定时查询方式接收数据大大增加了时延并浪费了 CPU 资源。

如上所述，在传统的 RTP/RTCP 数据包的处理过程中，RTP/RTCP 应用层通过 SOCKET API 与 TCP/IP 协议栈完成接口操作，由 TCP/IP 协议栈与网络驱动层完成数据的接收与发送。在发送方向上，RTP/RTCP 应用层程序调用 SOCKET API 的发送函数把数据发送出去，存在处理效率低的问题；在接收方向上，RTP/RTCP 协议应用程序以定时查询的方式调用 SOCKET API 的接收函数来接收数据包，并分层拆包处理，同样存在处理效率低下的问题。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种快速处理实时媒体流数据包的方法及其系统，来提高 RTP/RTCP 数据包的处理效率和设备的处理能力，减少媒体流数据包的网络时延，从而提高网络服务质量。

为了实现上述目的，本发明提供了一种快速处理实时媒体流数据包的方法

法,应用于包括媒体网关、IAD以及IP多媒体终端的网络系统,其特点在于,通过在接收方向上使用IP数据包快速过滤模块取代TCP/IP协议栈的数据接收处理函数集及SOCKET接收处理,并去除了TCP/IP协议栈分层拆包过程中的数据结构转换,以及在发送方向上使用UDP快速发送模块代替TCP/IP协议栈的数据发送处理函数集及SOCKET发送处理,发送实时媒体流数据包时减少多层分发处理的函数调用。该方法去除了数据结构的多次转换和减少动态内存的申请和数据的拷贝。

为了更好地实现上述目的,本发明还提供了一种快速处理实时媒体流数据包的系统,其包括:一IP数据包快速过滤模块、一UDP快速发送模块以及一基于本地UDP端口策略ARP表处理模块;所述系统还包括:一基于UDP端口注册 RTP/RTCP快速接收处理函数,所述 RTP/RTCP快速接收处理函数位于 RTP/RTCP应用层内;

所述基于本地UDP端口策略ARP表处理模块与所述IP数据包快速过滤模块和所述UDP快速发送模块通讯连接,并且:所述基于本地UDP端口策略ARP表处理模块根据设备RTP/RTCP协议端口资源的分配情况以及RTP/RTCP协议端口的特征,构造一个以端口映射值为下标的ARP表;

所述IP数据包快速过滤模块在数据链路层接收函数中,安装快速接收钩子函数;所述钩子函数用于分析以太网数据包的内容;RTP/RTCP应用层在所述钩子函数中注册UDP端口对应的RTP/RTCP快速接收处理函数;

所述UDP快速发送模块用于在所述RTP/RTCP应用层任务发送实时媒体流数据包时直接调用所述UDP快速发送模块提供的发送函数,经过该UDP快速发送模块的处理,最后调用对应的网口发送函数把数据发送出去;

所述IP数据包快速过滤模块用于把实时媒体流数据包从一网口接收函数接收后,传输给所述RTP/RTCP快速接收处理函数,从而直接传输到所述RTP/RTCP应用层的任务缓冲区中。

上述的系统,其中,该系统还包括一TCP/IP协议栈模块,所述UDP快速发送模块还在无法完成数据包发送的情况下,通过TCP/IP协议栈模块使用SOCKET API发送数据包。

上述的系统,其中,所述ARP表中的信息主要有:数据包的目的IP地址、下一跳的MAC地址、该表项上次刷新时间。

上述的系统, 其中, 所述钩子函数分析以太网数据包的内容包括: 分析是否是 IP 数据包, 如果是进一步分析是否是 UDP 数据包, 如果是进一步分析是否是已经注册了的 UDP 端口范围的数据包, 如果是则调用对应的基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数, 将实时媒体流数据包直接传输到 RTP/RTCP 应用层的任务缓冲区中。

上述的系统, 其中, 所述钩子函数分析以太网数据包的内容还包括: 分析是否是 IP 数据包, 如果不是钩子函数实体进一步解析是否是免费 ARP 包, 如果是则启动基于本地 UDP 端口策略的 ARP 表刷新机制, 使策略 ARP 表无效。

为了更好实现上述目的, 本发明还提供了一种所述的快速处理实时媒体流数据包的方法, 其包括以下步骤:

a) 所述基于本地UDP端口策略ARP表处理模块根据设备RTP/RTCP协议端口资源的分配情况以及RTP/RTCP协议端口的特征, 构造一个以端口映射值为下标的ARP表;

b) 上层应用调用所述UDP快速发送模块发送RTP/RTCP数据包, 根据所述 RTP/RTCP数据包的目的IP地址, 使用传统TCP/IP协议栈的相关接口函数获取下一跳的MAC地址;

c) 如果成功获取下一跳的MAC地址则刷新ARP表项中的下一跳的MAC地址并直接发送该RTP/RTCP数据包, 此后如果在该UDP端口上所发送的目的IP地址不变且端口ARP表未到老化时间, 则均直接使用ARP表项中的下一跳MAC地址填充以太网数据包的目的MAC地址, 快速发送该RTP/RTCP数据包;

d) 如果不能获取下一跳的MAC地址, 则需要通过TCP/IP UDP SOCKET API发送这个RTP/RTCP数据包, 以便TCP/IP协议栈获得下一跳MAC地址并刷新协议栈ARP表, 在该端口的下一个数据包发送时, 就可成功获取下一跳的MAC地址并刷新基于本地UDP端口的策略ARP表项中的下一跳的MAC地址。

上述的方法, 其中, 所述方法包括 RTP/RTCP 数据包快速发送方法, 其包括以下处理步骤:

a1) 根据所述 RTP/RTCP 应用层的情况, 初始化全局以太网数据帧结构, 并填充相关字段;

a2) 所述 RTP/RTCP 应用层在发送实时媒体流数据包时, 准备协议层数据指针、数据长度、源 IP 地址、目的 IP 地址、源 UDP 端口号、目的 UDP 端口

号等参数, 调用所述 UDP 快速发送模块提供的 RTP/RTCP 发送函数;

a3) 所述 UDP 快速发送模块根据源 UDP 端口号、目的 IP 地址从 ARP 表中获取下一跳 MAC 地址; 如果获取不成功, 则通过 TCP/IP 协议栈模块发送这个 RTP/RTCP 数据包;

5       a4) 如果获取成功, 使用已初始化的以太网数据帧结构, 并填充相应的字段, 以及根据需要计算并填充 IP、UDP 的校验字段;

a5) 调用网口发送函数发送数据包。

上述的方法, 其中, 所述方法的 RTP/RTCP 数据包的快速接收方法, 其包括以下处理步骤:

10       b1) 根据所述系统的本地 UDP 端口资源的分配情况维护一个协议层回调函数注册表, 注册一 RTP/RTCP 快速接收处理函数来接收处理目的端口号对应的 UDP 数据包, 所述 RTP/RTCP 快速接收处理函数完成把 RTP/RTCP 数据包写到 RTP/RTCP 应用层的缓冲区中;

15       b2) 在网口接收函数中注册一以太网数据包快速接收处理钩子函数, 该钩子函数的实体为所述 IP 数据包快速过滤模块, 用以分析所述以太网数据包是否为本网口的 UDP/IP 数据包并进行过滤处理;

b3) 根据所述 UDP 数据包的目的端口号和 RTP/RTCP 应用层回调函数注册表, 调用 UDP 目的端口号对应的 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数 RTP/RTCP 快速接收处理函数, 由该回调函数完成该 UDP 数据包的处理

20       b4) 如果所述 IP 数据包快速过滤模块已经成功通过 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数 RTP/RTCP 快速接收函数处理, 则返回一个已经被处理的标记;

b5) 网口接收函数根据以太网数据包快速接收处理钩子函数返回的是否已经处理标记, 判断是否要继续传给所述 TCP/IP 协议栈模块处理。

25       上述的方法, 其中, 所述步骤 b4) 后如果没有被处理, 则分析是否是免费 ARP 包; 在网口接收函数上收到免费 ARP 包时, 使 ARP 表项中的 MAC 地址失效, 以便随后发 RTP/RTCP 数据包时主动从所述 TCP/IP 协议栈重新获取下一跳 MAC 并刷新 ARP 表。

上述的方法, 其中, 在所述步骤 d) 定义一刷新时间间隔, 以定时刷新所述基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表。

30       本发明的快速处理实时媒体流数据包的方法及其系统充分利用了

RTP/RTCP 协议数据实时媒体流的特性，从根本上改变了媒体流数据包的处理流程。

首先在接收方向上使用 IP 数据包快速过滤模块取代 TCP/IP 协议栈的数据接收处理函数集及 SOCKET 接收处理，并去除了 TCP/IP 协议栈分层拆包过程中的数据结构转换，大大减少了各种协议类型、地址信息、数据内容的有效、合法性判断。RTP/RTCP 应用层不需要 SOCKET 编程中的定时查询操作，RTP/RTCP 协议实时媒体流数据直接通过 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数写入 RTP/RTCP 应用层的缓冲区中。

其次在发送方向上使用 UDP 快速发送模块代替 TCP/IP 协议栈的数据发送处理函数集及 SOCKET 发送处理，发送实时媒体流数据包时减少多层分发处理的函数调用，从而去除数据结构的多次转换和减少动态内存的申请和数据的拷贝。

更重要的是本发明采用基于本地 UDP 端口策略 ARP 表处理模块，根本上改变传统 TCP/IP 协议栈发送数据包时的下一跳地址查找机制。

本发明的系统和方法相对于传统的 TCP/IP 协议栈及 SOCKET 编程的侦听接收与发送，使用本发明可快速处理实时媒体流数据包，提高设备的处理能力，减少媒体流数据包的网络时延，从而提高网络服务质量。

下面结合附图对技术方案的实施作进一步的详细描述。

## 附图说明

- 图 1 是现有技术中的传统实时媒体流数据包发送框图；
- 图 2 是现有技术的传统实时媒体流数据包接收框图；
- 图 3 是本发明的快速处理实时媒体流数据包模块框图；
- 图 4 是本发明的实时媒体流快速发送处理流程；
- 图 5 是本发明的实时媒体流快速接收处理流程。

## 具体实施方式

请参见图 3，本发明对现有技术（图 1 和图 2 所示的技术方案）的改进实施例涉及三个主要发明创造部分：IP 数据包快速过滤模块 6、UDP 快速发送模块 4 以及基于本地 UDP 端口策略 ARP 表处理模块 5。本发明的系统还包括：

传统的 TCP/IP 协议栈模块 3 和基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11, 一网口接收函数 21 和一网口发送函数 22 位于数据链路层 2 内; 该 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11 位于 RTP/RTCP 应用层 1 内。

本发明的所述快速处理实时媒体流数据包的系统, 充分利用了 RTP/RTCP 实时媒体流数据包的特点进行快速接收和发送处理。在发送方向上 RTP/RTCP 实时媒体流的特点是已知数据包的源 IP 地址、目的 IP 地址、源 UDP 端口、目的 UDP 端口; 在接收方向上 RTP/RTCP 实时媒体流的特点是已知数据包的

5 目的 IP 地址、目的 UDP 端口范围。

该基于本地 UDP 端口策略 ARP 表处理模块 5 包括以下特点: 根据设备 RTP/RTCP 协议端口资源的分配情况以及 RTP/RTCP 协议端口的特点, 构造一个以端口映射值为下标(索引)的 ARP 表; 该 ARP 表中的信息主要有: 数据包的目的 IP 地址, 用于保存该本地 UDP 端口上次 UDP 数据包的目的 IP 地址; 下一跳的 MAC 地址, 用于保存数据包的目的 IP 地址所对应的 MAC 地址; 该表项上次刷新时间。

10

在最开始, 上层应用调用快速发送接口发送 RTP/RTCP 数据包, 此时所需发送的数据包的目的地址 IP 不等于该基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表中的数据包的目的 IP 地址, 需要根据 RTP/RTCP 数据包的目的 IP 地址, 使用传统的 TCP/IP 协议栈的相关接口函数获取下一跳的 MAC 地址。

15

如果成功获取了下一跳的 MAC 地址则刷新所述 ARP 表项中的下一跳的 MAC 地址并直接发送该 RTP/RTCP 数据包, 此后如果在该 UDP 端口上所发送的目的 IP 地址不变且端口 ARP 表未到老化时间, 则均直接使用所述 ARP 表项中的下一跳 MAC 地址填充以太网数据包的目的 MAC 地址, 以实现快速发送该 RTP/RTCP 数据包。

20

如果不能获取下一跳的 MAC 地址, 则需要通过 TCP/IP UDP SOCKET API 发送这个 RTP/RTCP 数据包, 以便该 TCP/IP 协议栈模块 3 启动传统的获得下一跳 MAC 地址的流程并刷新 TCP/IP 协议栈 ARP 表, 在该端口的下一个数据包发送时, 必须成功获取下一跳的 MAC 地址并刷新所述基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表项中的下一跳的 MAC 地址。

25

在网口接收函数上收到免费 ARP 包时, 需要使该 ARP 表项中的 MAC 地址失效, 这样在随后发 RTP/RTCP 数据包时能主动从该 TCP/IP 协议栈模块

30



3 重新获取下一跳 MAC 并刷新 ARP 表。并且可以定义一个刷新时间间隔，以便定时刷新基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表。

该 IP 数据包快速过滤模块 6 的特点在于：在该数据链路层 2 的网口接收函数 21 中安装快速接收钩子函数；该钩子函数的实体分析以太网数据包的内容；该 RTP/RTCP 应用层 1 在该钩子函数实体中注册 UDP 端口对应的 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11。

进一步地，该钩子函数实体分析以太网数据包的内容还包括：分析该以太网数据包是否是 IP 数据包，如果是进一步分析是否是 UDP 数据包，如果是进一步分析是否是已经注册了的 UDP 端口范围的数据包，如果是则调用对应的基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11，将实时媒体流数据包直接传输到 RTP/RTCP 应用层 1 的缓冲区中。

如果不是 IP 数据包，该钩子函数实体进一步解析是否是免费 ARP 包，免费 ARP 包区别于其他 ARP 包的特征是其数据包中的目的 IP 地址与源 IP 地址一致，如果是则启动基于本地 UDP 端口策略的 ARP 表刷新机制，使策略 ARP 表无效。

该 UDP 快速发送模块 4 的特点包括：该 RTP/RTCP 应用层 1 发送实时媒体流数据包时直接调用该 UDP 快速发送模块 4 提供的网口发送函数 22，经过该 UDP 快速发送模块 4 的处理，最后调用对应的网口驱动程序发送函数把数据发送出去。

进一步地，该 UDP 快速发送模块 4 充分利用了 RTP/RTCP 传输实时媒体流的特点，维护该基于本地 UDP 端口策略的 ARP 表完成下一跳 MAC 地址的获取，如此，以太网数据包的接收和发送都尽可能不经过现有技术中的 TCP/IP 协议栈模块 3 处理，并采用该基于本地端口的策略 ARP 表大大降低了非常费时的路由、ARP 查找等操作；并且发送过程中使用已经申请并初始化好的以太网数据包结构，数据包中的很多字段不需要重新填写，这样就从发送和接收方向上都提高了 RTP/RTCP 传输实时媒体流的传输效率，降低了对 CPU 的利用率。

另外，该 UDP 快速发送模块 4 的特点还包括：在该 UDP 快速发送模块 4 无法完成数据包发送的情况下，本发明系统仍然通过该 TCP/IP 协议栈模块 3 使用 SOCKET API 发送数据包。传统的 TCP/IP 协议栈支持 SOCKET 接口和一

些标准 IO 控制接口, 通过调用传统的协议栈提供的接口, 可以根据数据包的目的 IP 得到下一跳的 IP 地址; 通过调用传统协议栈提供的接口, 可以根据下一跳的 IP 地址, 得到该 IP 地址所对应的 MAC 地址。

该 IP 数据包快速过滤模块 6 的特点还包括: 该基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11 负责把实时媒体流数据包直接传输到 RTP/RTCP 应用层 1 任务的缓冲区中。

以下具体描述本发明的一较佳实施例:

在本发明的系统和方法中, 在 RTP/RTCP 数据包的接收方向上使用该 IP 数据包快速过滤模块 6 取代现有技术的 TCP/IP 协议栈模块 3, 通过 RTP/RTCP 协议应用程序注册的基于本地 UDP 端口范围的 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11 直接把从该网口接收函数 21 收到的 RTP/RTCP 数据包写到对应的 RTP/RTCP 协议应用程序的数据接收缓冲区中。在 RTP/RTCP 数据包的发送方向上使用该 UDP 快速发送处理模块 4 取代现有技术的 TCP/IP 协议栈模块 3, 直接把该 RTP/RTCP 应用层 1 的数据写到网口发送函数 22 的发送缓冲区中。根据设备 RTP/RTCP 协议端口资源的分配情况, 提供基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表及其查找、刷新机制, 取代所述 TCP/IP 协议栈的路由及其下一跳 MAC 地址的查找机制。

该基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表及其查找、刷新机制, 包括以下内容:

A、根据设备 RTP/RTCP 协议端口资源的分配情况以及 RTP/RTCP 协议端口的特征, 构造一个以端口映射值为下标 (索引) 的 ARP 表项, 即一结构数组 `PORT_IP_MAC_TABLE [PORT_MAP_VALUE]`。例如: 如果设备中 RTP/RTCP 的端口资源范围为 10000----20000, 结构数组下标与 UDP 端口的映射关系可以是 UDP 端口号 X 对应下标  $PORT\_MAP\_VALUE = (X - 10000) / 2$ 。

B、该 ARP 表项结构内容包含四个字节的 `RtpRtcpDestIp`、六个字节的 `NextHopMacAddr`、四个字节的 `refurbishTick`。该 `RtpRtcpDestIp` 保存该本地 UDP 端口上次 UDP 数据包的目的 IP 地址, `NextHopMacAddr` 保存 `RtpRtcpDestIp` 对应的下一跳 MAC 地址, `refurbishTick` 保存该表项上次刷新时间。

C、如图 3 所示, 该 IP 数据包快速过滤处理模块 6 收到免费 ARP 包时, 通过清除 `PORT_IP_MAC_TABLE` 表中各表项的 `refurbishTick` 使表项中的

MAC 地址失效, 这样在发 RTP/RTCP 数据包时能主动从 TCP/IP 协议栈模块 3 重新获取下一跳 MAC 并刷新表项中的数据。

5 D、定义一个刷新时间间隔, 该 RTP/RTCP 应用层 1 发送实时媒体流数据时, 如图 4 所示, 首先根据 UDP 源端口对应数据项的 refurbishTick 和系统时间值以及定义的刷新时间间隔, 判断该表项内容是否需要刷新。如果没到刷新时间, 则继续执行步骤 E。如果需要刷新, 则执行步骤 F。

E、判断传输的 RTP/RTCP 数据包的目的 IP 地址与表项中的 RtpRtcpDestIp 是否一致, 如果相同则继续执行步骤 G。如果不相同, 则执行步骤 F。

10 F、根据传输的 RTP/RTCP 数据包的目的 IP 地址, 使用 TCP/IP 协议栈的相关路由、ARP 函数获取下一跳的 MAC 地址。如果成功获取则刷新 ARP 表项的 refurbishTick、NextHopMacAddr、RtpH248DestIp, 并继续执行所述步骤 G。否则通过 TCP/IP UDP SOCKET API 发送这个 RTP/RTCP 数据包, 以便 TCP/IP 协议栈刷新 ARP 表。

15 G、直接使用 ARP 表项中的下一跳 MAC 地址 NextHopMacAddr 填充以太网数据包的目的 MAC 地址, 快速发送该 RTP/RTCP 数据包。

下面结合图 3 和图 4 进一步说明, 本发明所揭示的 RTP/RTCP 数据包的快速发送方法, 其包括以下处理步骤:

根据该 RTP/RTCP 应用层 1 的情况, 执行步骤 400, 初始化全局以太网数据帧结构, 并填充相关字段。

20 该 RTP/RTCP 应用层 1 要发送实时媒体流数据包时, 需要准备协议层数据指针、数据长度、源 IP 地址、目的 IP 地址、源 UDP 端口号、目的 UDP 端口号等参数。即步骤 410, RTP/RTCP 快速发送函数入参过程。调用该 UDP 快速发送模块 4 提供的 RTP/RTCP 发送函数, 执行步骤 420, 根据源 PORT 及其映射规则, 索引 PORT\_IP\_MAC\_TABLE 表。

25 该 UDP 快速发送模块 4 根据源 UDP 端口号、目的 IP 地址从 PORT\_IP\_MAC\_TABLE 中获取下一跳 MAC 地址。即执行步骤 430, 根据该表中的时间字段 refurbishTick, 判断该表项是否有效; 进一步判断表项中 IP 字段 RtpRtcpDestIp 是否与目的 IP 相同。如果否, 则执行步骤 450; 如果是则需要刷新, 则执行步骤 440。

30 步骤 440, 根据目的 IP 使用 TCP/IP 协议栈函数查找下一跳 IP, 并调用地

址解析函数解析下一跳的 MAC 地址；如成功，则执行步骤 470；失败则执行步骤 490，即通过 TCP/IP UDP SOCKET API 发送 RTP/RTCP 数据包，以便 TCP/IP 协议栈刷新 ARP 表。

5 步骤 450，直接使用表项中 MAC 字段 NextHopMacAddr 作为下一跳的 MAC 地址。

步骤 460，用已经初始化好的以太网数据帧结构，并填充 MAC\IP\UDP 的数据，即使用已初始化的以太网数据帧结构，并填充相应的字段，如源 IP、目的 IP、源 PORT、目的 PORT、源 MAC、目的 MAC 等，以及根据需要计算并填充 IP、UDP 的校验字段。

10 步骤 480，调用网口驱动程序即数据链路层的网口发送函数发送数据。

下面结合图 3 和图 5 进一步说明，本发明所揭示的 RTP/RTCP 数据包的快速接收方法，其包括以下处理步骤：

根据本发明系统的本地 UDP 端口资源的分配情况维护一个协议层回调函数注册表，如 UDP 端口号 10000----20000 对应的是 RTP/RTCP 数据包，注册  
15 一个 RTP/RTCP 快速接收处理函数来接收处理目的端口号为 10000---20000 范围的 UDP 数据包。该 RTP/RTCP 快速接收处理函数 11 主要完成把 RTP/RTCP 数据包写到 RTP/RTCP 应用层 1 的缓冲区中。

执行步骤 500，在网口驱动程序即所述数据链路层的网口接收函数中注册一个以太网数据包快速接收处理钩子函数，该钩子函数的实体 IP 数据包快速  
20 过滤模块分析以太网数据包并进行过滤处理。

步骤 510，该 IP 数据包快速过滤模块 6 分析该以太网数据包是否为本网口的 IP 包，如果否，则执行步骤 511；如果是，则执行步骤 520。

步骤 520，该 IP 数据包快速过滤模块 6 分析该以太网数据包是否为本网口的 UDP 数据包，如果否，则执行步骤 512；如果是，则执行步骤 530。

25 步骤 530，进一步判断该 UDP 数据包的目的端口是否为已注册的 RTP/RTC 协议所使用的端口，如果是则执行步骤 540，回调协议层注册函数 RTP/RTC 快速接收处理函数，即根据 UDP 数据包的目的端口号和 RTP/RTCP 应用层回调函数注册表，调用 UDP 目的端口号对应的 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数 RTP/RTCP 快速接收处理函数，由该回调函数完成该 UDP 数据包的处理。。

30 步骤 550，返回成功处理该数据包标记，不需要把数据传给 TCP/IP 协议

栈模块 3 处理。即如果 IP 数据包快速过滤模块已经成功通过 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数 RTP/RTCP 快速接收函数 11 处理，则返回一个已经被处理的标记。

步骤 511，分析是否是免费 ARP 包，如果是，通过清除清除策略 ARP 表的时间标记，即清除 PORT\_IP\_MAC\_TABLE 表中各表项的 refurbishTick 使表项中的 MAC 地址失效。

步骤 512，返回没有处理该数据包标记，网络驱动程序接收函数把数据传给 TCP/IP 协议栈模块 3 继续处理。即该网口驱动程序的该网口接收函数 21，根据以太网数据包快速接收处理钩子函数返回的是否已经处理标记，判断是否要继续传给该 TCP/IP 协议栈模块 3 处理。

综上所述，本发明为媒体网关、IAD (Integrate Access Device 综合接入设备)、多媒体终端等网络节点揭示了一种基于 UDP (User Datagram Protocol 用户数据报协议) 的 RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol / Real-time Transport Control Protocol 实时传输协议/实时传输控制协议) 传输实时媒体流数据包的快速处理方法及其系统，这种方法包括：快速接收处理基于 RTP/RTCP 协议传输的实时媒体流数据包；快速发送基于 RTP/RTCP 协议传输的实时媒体流数据包；基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表及其刷新机制。其中快速接收包括：实时媒体流数据包到达网口驱动程序接收函数 (数据链路层) 后，经过新增的 IP (Internet Protocol 网际协议) 数据包快速过滤模块，跳过现有技术的 TCP/IP 协议栈模块，直接通过所述基于本地 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数，将实时媒体流数据包直接传输到 RTP/RTCP 应用层任务的缓冲区中。而快速发送包括：所述 RTP/RTCP 应用层任务发送实时媒体流数据包时直接调用新增的 UDP 数据包快速发送处理函数经过 UDP 快速发送模块的处理，最后调用网口驱动程序的网口发送函数发送数据包，不经过所述 TCP/IP 协议栈模块，充分利用 RTP/RTCP 传输实时媒体流的特征，由所述 UDP 快速发送模块维护基于本地 UDP 端口策略 ARP 表完成下一跳 MAC 地址的获取。由此，本发明的系统和方法，相对于传统的 TCP/IP 协议栈及 SOCKET 编程的侦听接收与发送，使用本发明可快速处理实时媒体流数据包，提高设备的处理能力，减少媒体流数据包的网络时延，从而提高网络服务质量。

### 工业应用性

5 在产品的对比测试中，使用本发明的方法和系统，实时媒体流数据包的处理效率明显提高，设备的处理能力大大增强，从而减少了实时媒体流数据包的  
网络时延，提高了实时媒体流的服务质量。实验结果显示：以主频为 50M 的  
通用 CPU 和通用 10M/100M 自适应网络控制器设备为例，使用传统的 TCP/IP  
10 SOCKET API 处理实时媒体流数据包，处理 20 路 G.711 20ms 的语音数据流会  
占用 80%左右的 CPU 处理时间，而如果采用本发明的方法及系统处理实时媒  
体流数据包，处理 20 路 G.711 20ms 的语音数据流会只占用 20%左右的 CPU  
处理时间，因此数据包的处理效率显著提高。

10 应当理解的是，对本发明的同领域普通技术人员来说，可以根据本发明的  
技术方案及其构思做出各种可能的改变或变形，而所有这些改变或变形都应属  
于本发明所附权利要求的保护范围。

## 权利要求书

1、一种快速处理实时媒体流数据包的系统，其特征在于，包括：一 IP 数据包快速过滤模块、一 UDP 快速发送模块、一基于本地 UDP 端口策略 ARP 表处理模块以及一位于 RTP/RTCP 应用层内基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数；

所述基于本地UDP端口策略ARP表处理模块，分别与所述IP数据包快速过滤模块和所述UDP快速发送模块通讯连接，用于根据设备RTP/RTCP协议端口资源的分配情况以及RTP/RTCP协议端口的特点，构造一个以端口映射值为下标的ARP表；

所述 IP 数据包快速过滤模块，用于在数据链路层接收函数中安装快速接收钩子函数，其中，所述钩子函数用于分析以太网数据包的内容，所述 RTP/RTCP 应用层在所述钩子函数中注册 UDP 端口对应的 RTP/RTCP 快速接收处理函数；

所述 UDP 快速发送模块，用于在所述 RTP/RTCP 应用层任务发送实时媒体流数据包时直接调用所述 UDP 快速发送模块提供的发送函数，经过所述 UDP 快速发送模块的处理，最后调用对应的网口发送函数把数据发送出去；

所述 IP 数据包快速过滤模块，用于把实时媒体流数据包从一网口接收函数接收后，传输给所述 RTP/RTCP 快速接收处理函数，从而直接传输到所述 RTP/RTCP 应用层的任务缓冲区中。

2、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，还包括一 TCP/IP 协议栈模块，所述 UDP 快速发送模块在无法完成数据包发送的情况下，通过所述 TCP/IP 协议栈模块使用 SOCKET API 发送数据包。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的系统，其特征在于，所述 ARP 表中的信息包括有：数据包的目的 IP 地址、下一跳的 MAC 地址和该表项上次刷新时间。

4、根据权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述钩子函数分析以太网数据包的内容包括：分析是否是 IP 数据包，如果是进一步分析是否是 UDP 数据包，如果是进一步分析是否是已经注册了的 UDP 端口范围的数据包，如果是则调用对应的基于 UDP 端口注册的 RTP/RTCP 快速接收处理函数，将实时媒体流数据包直接传输到所述 RTP/RTCP 应用层的任务缓冲区中。

5、根据权利要求3所述的系统，其特征在于，所述钩子函数分析以太网数据包的内容包括：分析是否是IP数据包，如果不是钩子函数实体进一步解析是否是免费ARP包，如果是则启动基于本地UDP端口策略的ARP表刷新机制，使策略ARP表无效。

5 6、一种利用权利要求1所述系统进行快速处理实时媒体流数据包的方法，其包括以下步骤：

a) 设置一基于本地UDP端口策略ARP表处理模块根据设备RTP/RTCP协议端口资源的分配情况以及RTP/RTCP协议端口的特征，构造一个以端口映射值为下标的ARP表；

10 b) 通过RTP/RTCP应用层调用一UDP快速发送模块发送RTP/RTCP数据包，根据所述RTP/RTCP数据包的目的IP地址，使用TCP/IP协议栈的相关接口函数获取下一跳的MAC地址；

c) 如果成功获取下一跳的MAC地址则刷新ARP表项中的下一跳的MAC地址并直接发送该RTP/RTCP数据包，此后如果在该UDP端口上所发送的目的IP地址不变且端口ARP表未到老化时间，则均直接使用ARP表项中的下一跳MAC地址填充以太网数据包的目的MAC地址，快速发送该RTP/RTCP数据包；

15 d) 如果不能获取下一跳的MAC地址，则需要通过TCP/IP UDP SOCKET API发送这个RTP/RTCP数据包，以便TCP/IP协议栈获得下一跳MAC地址并刷新协议栈ARP表，在该端口的下一个数据包发送时，就可成功获取下一跳的MAC地址并刷新基于本地UDP端口的策略ARP表项中的下一跳的MAC地址。

20 7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，还包括对RTP/RTCP数据包的快速发送步骤，其包括：

a1) 根据所述RTP/RTCP应用层的情况，初始化全局以太网数据帧结构，并填充相关字段；

25 a2) 所述RTP/RTCP应用层在发送实时媒体流数据包时，准备协议层数据指针、数据长度、源IP地址、目的IP地址、源UDP端口号、目的UDP端口号等参数，调用所述UDP快速发送模块提供的RTP/RTCP发送函数；

a3) 所述UDP快速发送模块根据源UDP端口号、目的IP地址从ARP表中获取下一跳MAC地址；如果获取不成功，则通过TCP/IP协议栈模块发送这个RTP/RTCP数据包；



a4) 如果获取成功, 使用已初始化的以太网数据帧结构, 并填充相应的字段, 以及根据需要计算并填充 IP、UDP 的校验字段;

a5) 调用网口发送函数发送数据包。

8、根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 还包括对 RTP/RTCP 数据包  
5 包的快速接收步骤, 其包括:

b1) 根据本地 UDP 端口资源的分配情况维护一个协议层回调函数注册表, 注册一 RTP/RTCP 快速接收处理函数来接收处理目的端口号对应的 UDP 数据包, 所述 RTP/RTCP 快速接收处理函数完成把 RTP/RTCP 数据包写到 RTP/RTCP 应用层的缓冲区中;

10 b2) 在网口接收函数中注册一以太网数据包快速接收处理钩子函数, 该钩子函数的实体为所述 IP 数据包快速过滤模块, 用以分析所述以太网数据包是否为本网口的 UDP/IP 数据包并进行过滤处理;

b3) 根据所述 UDP 数据包的目的端口号和 RTP/RTCP 应用层回调函数注册表, 调用 UDP 目的端口号对应的 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数  
15 RTP/RTCP 快速接收处理函数, 由该回调函数完成该 UDP 数据包的处理;

b4) 如果所述 IP 数据包快速过滤模块已经成功通过 RTP/RTCP 应用层注册的回调函数 RTP/RTCP 快速接收函数处理, 则返回一个已经被处理的标记;

b5) 网口接收函数, 根据以太网数据包快速接收处理钩子函数返回的是否已经处理标记, 判断是否要继续传给所述 TCP/IP 协议栈模块处理。

20 9、根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 b4) 后如果没有被处理, 则分析是否是免费 ARP 包; 在网口接收函数上收到免费 ARP 包时, 使 ARP 表项中的 MAC 地址失效, 以便随后发 RTP/RTCP 数据包时主动从所述 TCP/IP 协议栈重新获取下一跳 MAC 并刷新 ARP 表。

10、根据权利要求 6~9 中任意一项所述的方法, 其特征在于, 在所述  
25 步骤 d) 定义一刷新时间间隔, 以定时刷新所述基于本地 UDP 端口的策略 ARP 表。

11、一种快速处理实时媒体流数据包的方法, 应用于包括媒体网关、IAD 以及 IP 多媒体终端的网络系统, 其特征在于, 包括如下步骤:

通过在接收方向上使用 IP 数据包快速过滤模块取代 TCP/IP 协议栈的数  
30 据接收处理函数集及 SOCKET 接收处理;

在发送方向上使用 UDP 快速发送模块代替 TCP/IP 协议栈的数据发送处理函数集及 SOCKET 发送处理。

- 12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，还包括设置一 TCP/IP 协议栈模块，当所述 UDP 快速发送模块无法完成数据包发送的情况下，通过
- 5 所述 TCP/IP 协议栈模块使用 SOCKET API 发送数据包。

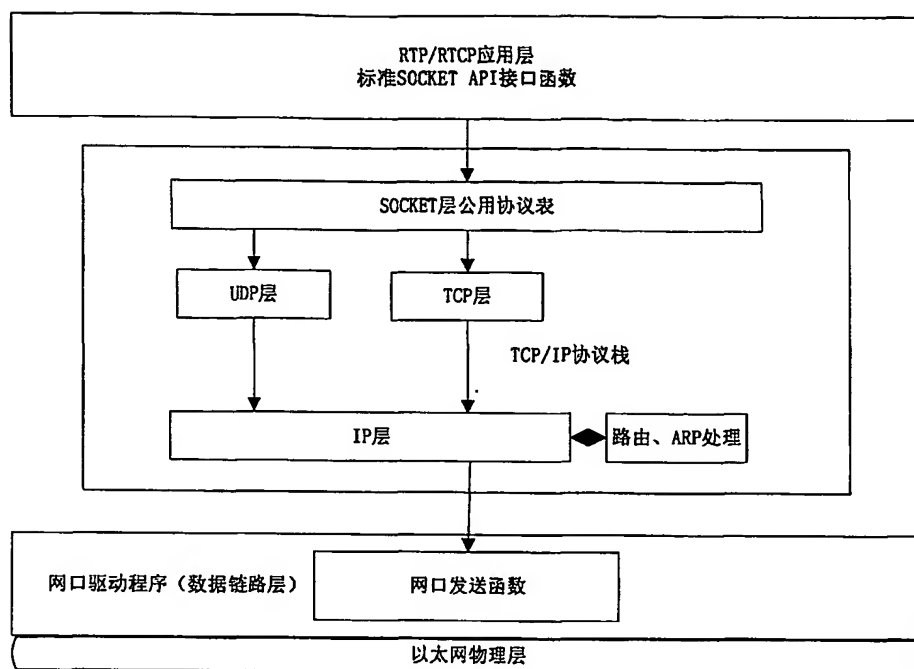


图 1

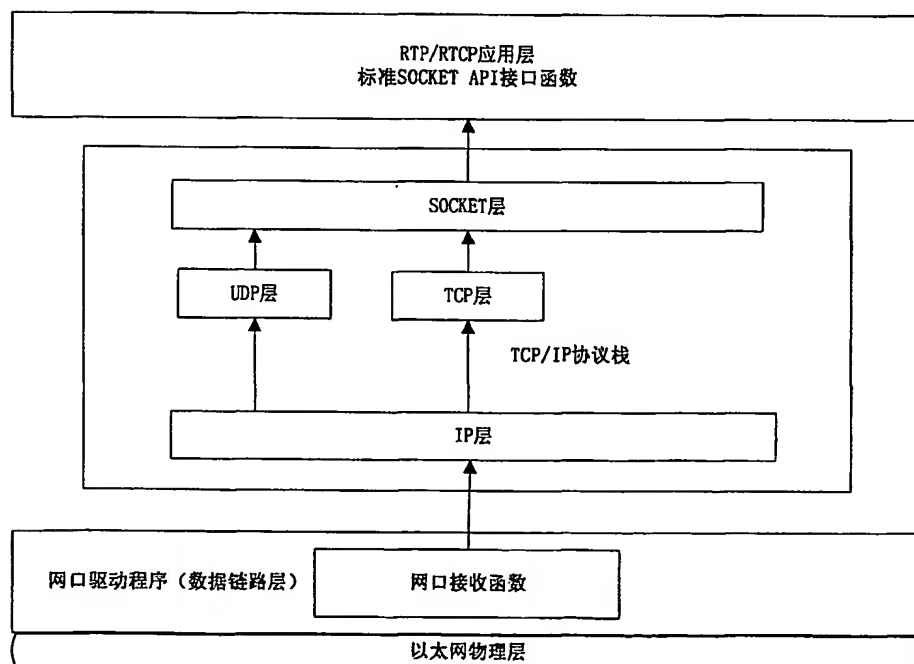


图 2

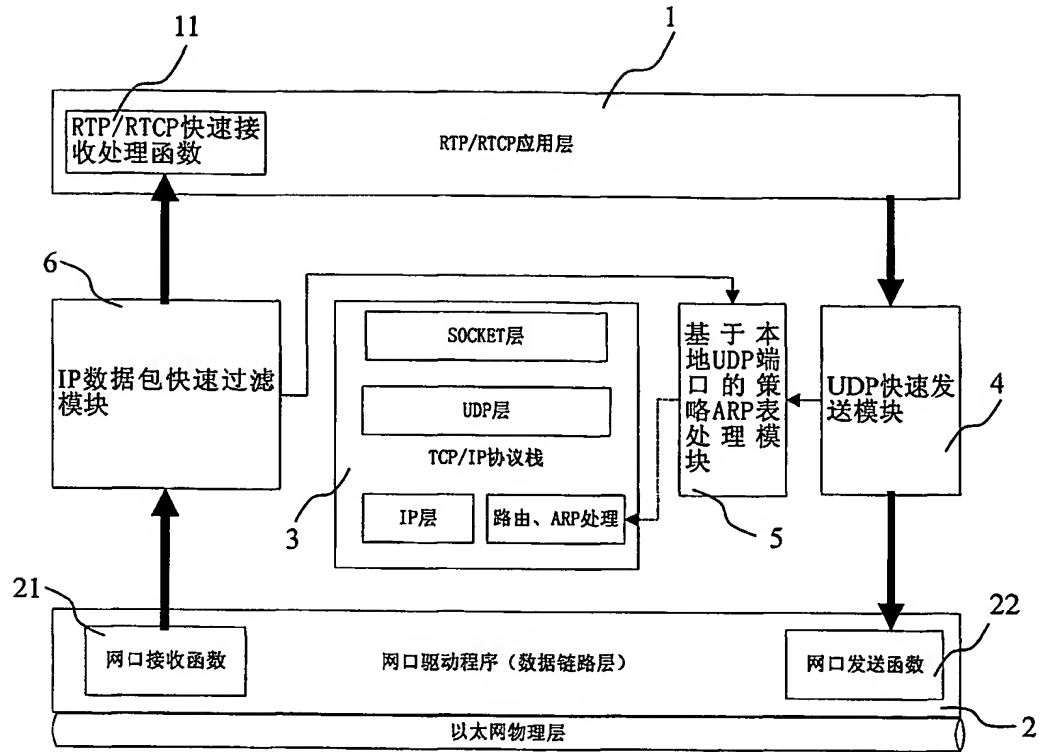


图 3

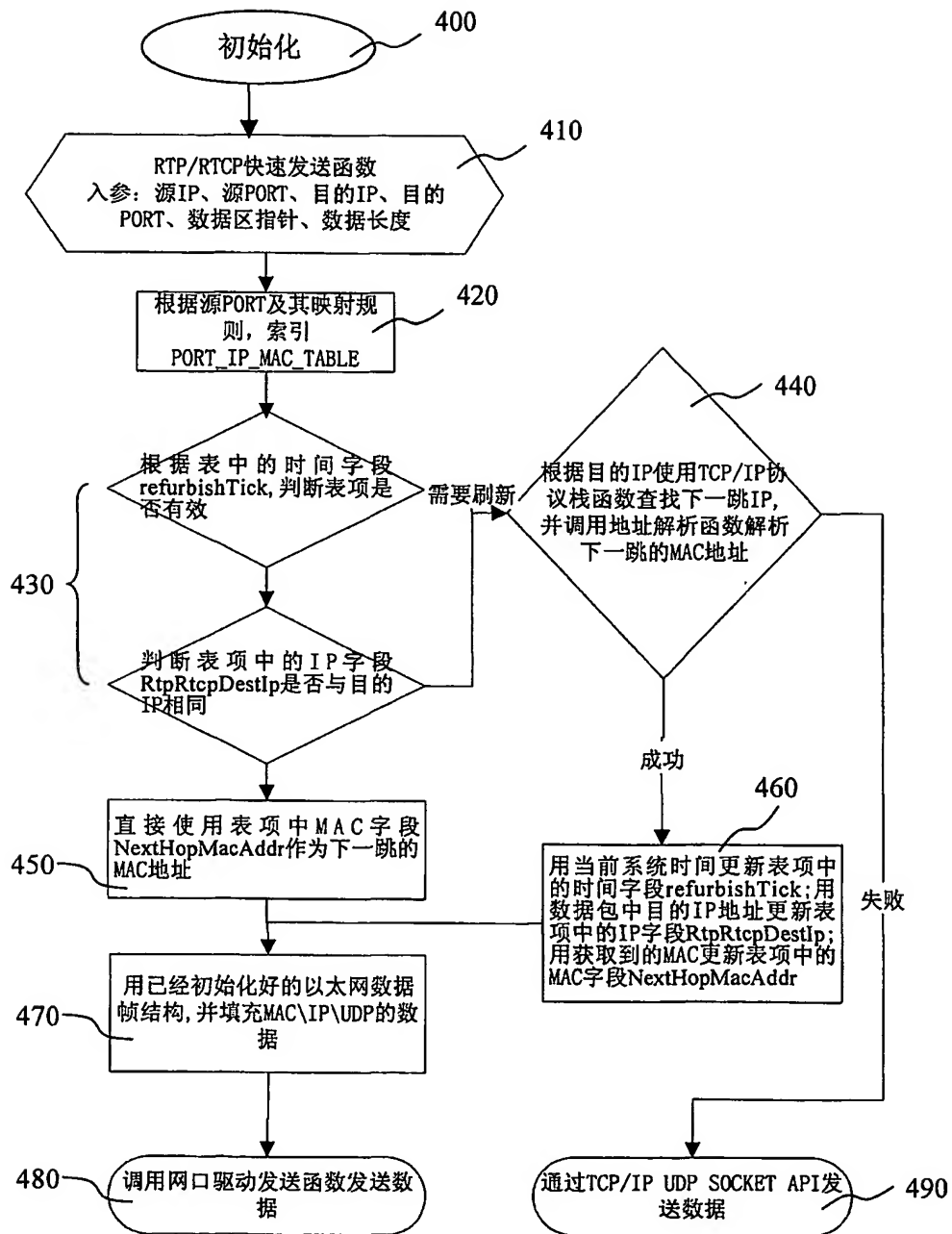


图 4

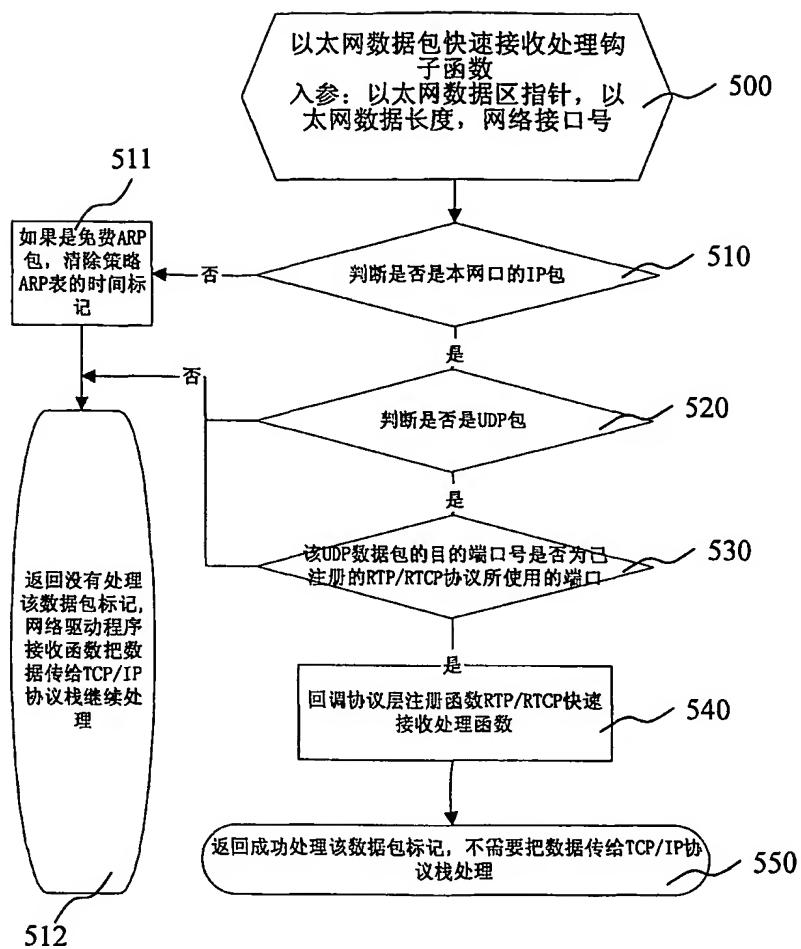


图 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2004/000605

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC<sup>7</sup>: H04L29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC<sup>7</sup>: H04L29 H04L29/06 H04L29/08 H04L29/00 H04L29/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
CNKI

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, PAJ, CNPAT, CNKI: 数据包, 实时, 快速, 处理, 发送, 接受, 传输, 媒体流  
IP, data packet, UDP, RTP, RTCP, IAD, send, receive, media data, real-time,

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO03039170A1 08.May. 2003 the whole documnet	1-12
A	KR2002055264A 07.Jul. 2002 the abstract	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
29.09.2004

Date of mailing of the international search report  
04 · NOV 2004 (04 · 11 · 2004)

Name and mailing address of the ISA/  
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District,  
100088 Beijing, China  
Facsimile No. 86-01-62019451

Authorized officer

Wang Hong



Telephone No. 86-01-62084543

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information patent family members

Search request No.

PCT/CN2004/000605

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO03039170A1	08.May. 2003	US2003081607A1	01.May. 2003
KR2002055264A	07.Jul. 2002	None	



国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2004/000605

A. 主题的分类

IPC<sup>7</sup>: H04L29/06

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC<sup>7</sup>: H04L29 H04L29/06 H04L29/08 H04L29/00 H04L29/10

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

CNKI

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, PAJ, CNPAT, CNKI: 数据包, 实时, 快速, 处理, 发送, 接受, 传输, 媒体流

IP, data packet, UDP, RTP, RTCP, IAD, send, receive, media data, real-time,

C. 相关文件

类 型 *	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	WO03039170A1 08.5 月 2003 全文	1-12
A	KR2002055264A 08.7 月 2002 摘要	1-12

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

29.9 月 2004 (29.09.2004)

国际检索报告邮寄日期

04 11月 2004 (04.11.2004)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

王红

电话号码: (86-10)62084543



国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2004/000605

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
WO03039170A1	08.05.2003	US2003081607A1	01.05.2003
KR2002055264A	07.07.2002	无	